

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ - 1.  
НАДІЙНІСТЬ І ДІАГНОСТУВАННЯ**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання самостійної роботи студентів

для студентів напрямку підготовки

6.050202 «Автоматизації та комп'ютерно-інтегровані технології»

спеціальності

«Автоматизоване управління технологічними процесами»

*Рекомендовано Вченою радою інженерно-хімічного факультету.*

2016

Проектування систем автоматизації - 1. Надійність і діагностування: методичні вказівки до виконання самостійної роботи студентів для студентів напряму підготовки 6.050202 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” / Уклад.: В. В. Колпаков, А.О. Данькевич, В.І. Бородін, – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 15 с.

*Гриф надано Вченою радою ІХФ  
(Протокол № 2 від 28 березня 2016 р..)*

Навчальне видання

ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ - 1.  
НАДІЙНІСТЬ І ДІАГНОСТУВАННЯ  
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
до виконання самостійної роботи студентів  
для студентів напрямку підготовки  
6.050202 «Автоматизації та комп’ютерно-інтегровані технології»  
спеціальності  
«Автоматизоване управління технологічними процесами»

Укладачі: Колпаков Володимир Володимирович, ст. викл.  
Данькевич Андрій Олександрович, асп.  
Бородін Валерій Іванович, асист.

Відповідальний  
редактор А.І. Жученко, д.т.н., проф.

Рецензент Сачок Р.В., к.т.н.

Авторська редакція

## **Зміст**

	Вступ .....	4
1.	Загальні положення щодо самостійної роботи студентів.....	4
2.	Організація контрольних заходів самостійної роботи студентів..	7
3.	Виконання самостійної роботи.....	8
4.	Список рекомендованої літератури .....	14
4.1.	Основна література.....	14
4.2.	Додаткова література.....	14

## **ВСТУП**

Курс "Проектування систем автоматизації - 1. Надійність і діагностування" є базовим при підготовці інженерів за напрямком підготовки 6.050202 „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”.

Вивчення та засвоєння курсу "Проектування систем автоматизації - 1. Надійність і діагностування” базується на знаннях, які студенти отримали після вивчення основних загально інженерних та всього комплексу спеціальних дисциплін, використовується в курсі "Проектування, монтаж та експлуатація систем автоматизації". Загальний навчальний час, потрібний для вивчення дисципліни складає 90 год. (3 кредити) з них 36 годин на самостійну роботу згідно з навчальним планом. Матеріал дисципліни викладається на 3-му курсі навчання студента. Метою вивчення дисципліни є вивчення кількісних показників надійності елементів і систем, вміння користуватися аналітичними та експериментальними методами оцінювання надійності та її підвищення на етапі проектування системи.

Серед задач надійності, що повинен вміти розв'язувати студент, є такі: складання структурної схеми надійності системи, класифікація її відмов, вибір необхідних для системи показників надійності, вибір методу розрахунку показників надійності, вибір закону розподілу наробітку до відмови, вибір плану випробувань на надійність, вибір методу підвищення надійності системи, формування системи діагностування та методики діагностування.

Вивчення курсу повинно супроводжуватися виконанням лабораторних робіт, практичних знятть та самостійною роботою.

### **1. Загальні положення щодо самостійної роботи студентів**

Самостійна робота студентів регламентується Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України, затвердженого наказом Міністерства освіти України № 161 від 2 червня 1993

року та Положенням про систему нарахування балів за кредитно-модульною системою.

Положенням про організацію навчального процесу в вищих навчальних закладах України передбачено, що навчальний час, відведений для самостійної роботи студентів визначається робочим навчальним планом і повинен становити не менше 50% загального обсягу навчального часу студента, відведеного для вивчення дисципліни.

Самостійна робота студентів ставить за мету:

- розвиток творчих здібностей та активізація розумової діяльності студентів;
- формування в студентів потреби безперервного самостійного поповнення знань;
- здобуття студентом глибокої системи знань;
- самостійна робота студентів як результат морально-вольових зусиль.

Завданням самостійної роботи студентів є наступне:

- навчити студентів самостійно працювати над літературою;
- творчо сприймати навчальний матеріал і його осмислювати;
- набути навички щоденної самостійної роботи в одержанні та узагальненні знань, вмінь.

Зміст самостійної роботи студентів з дисципліни визначається навчальною програмою дисципліни та робочою навчальною програмою вивчення дисципліни.

На самостійну роботу винесено:

- підготовка до лекцій;
- частина теоретичного матеріалу, менш складного за змістом;
- підготовка до семінарських, практичних занять, занять з комп'ютерного практикуму;
- виконання індивідуальної роботи.

Самостійна робота над засвоєнням навчального матеріалу з конкретної дисципліни може виконуватись у бібліотеці, навчальних кабінетах, комп'ютерних класах (лабораторіях), а також у домашніх умовах.

Залежно від особливостей дисциплін викладач може видавати студентам різні види завдань самостійної роботи:

- переробка інформації отриманої безпосередньо на обов'язкових навчальних заняттях;
- робота з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- самостійне вивчення окремих тем або питань із розробкою конспекту;
- робота з довідковою літературою;
- написання рефератів, повідомлень;
- творчі завдання (доповіді, проекти, есе, огляди тощо);
- виконання підготовчої роботи до лабораторних та практичних занять, комп'ютерного практикуму;
- виконання індивідуальних графічних, розрахункових завдань;
- виконання курсових робіт (проектів);
- підготовка письмових відповідей на проблемні питання;
- виготовлення наочності;
- складання картотеки літератури за змістом наступної фахової діяльності;

Успішне виконання завдання самостійної роботи можливе за умови наявності у студентів певних навичок: вміння працювати з книгою (складати план, конспект, реферат); проводити аналіз навчального матеріалу (складати різні види таблиць, проводити їх аналіз). При виконанні завдань з комп'ютерного практикуму – навичок роботи з ПЕОМ та програмним забезпеченням.

## **2. Організація контрольних заходів самостійної роботи студентів**

Контрольні заходи включають поточний і підсумковий контроль знань студентів.

Поточний контроль є органічною частиною навчального процесу і проводиться під час лекцій, семінарських, практичних і лабораторних занять.

Форми поточного контролю:

- усна співбесіда за матеріалами розглянутої теми на початку наступного заняття з оцінкою відповідей студентів (5-10 хв);
- письмове фронтальне опитування студентів на початку чи в кінці заняття (5-10 хв). Відповіді перевіряються і оцінюються у позааудиторний час;
- фронтальний безмашинний стандартизований контроль знань студентів за кількома темами, винесеними на самостійну роботу (5-10 хв). Проводиться на початку семінарських, практичних чи лабораторних занять;
- перевірка домашніх завдань;
- перевірка набутих вмінь (на практичних, лабораторних заняттях, комп'ютерному практикумі);
- тестова перевірка знань студентів;
- інші форми контрольних заходів.

При кредитно-модульній системі навчання, результати самостійної роботи студента впливають на загальний рейтинг з дисципліни. Виконання завдань з самостійної роботи контролюється після закінчення логічно завершеної частини лекцій та інших видів занять з дисципліни і її результати враховуються при виставленні підсумкової оцінки.

Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочим навчальним планом для засвоєння студентами у процесі самостійної роботи, виноситься на підсумковий семестровий контроль (екзамен, диференційований залік або залік).

### **3. Виконання самостійної роботи студента**

Розділ 1. Надійність елементів і систем.

Тема 1.1. Основні поняття теорії надійності.

Лекція 1. Вступ. Основні поняття теорії надійності. Резервування. Його види.

Причини, що визначають важливість проблем надійності. Визначення надійності, працездатність, відмова, збій. Властивості надійності – безвідмовність, ремонтпридатність, відновлюваність, довговічність. Резервування; основні його види; схеми структурного резервування; кратність резервування; вплив надійності перемикачів на надійність резервованої системи.

Література: основна – 1(1.1-1.6), 2(1.1), 3(р.1,2)

додаткова – 1(1.1,1.7), 2(т.1), 5

Завдання для СРС: Приклади застосування різних видів резервування та їх особливості.

Тема 1.2. Показники надійності елементів і систем.

Лекція 2. Показники безвідмовності неремонтовних об'єктів.

Показники безвідмовності: імовірність безвідмовної роботи, імовірність відмови, частота і інтенсивність відмов, середній наробіток до відмови.

Література: основна – 1(2.1, 2.2), 2(1.2), 3(р.3.1)

додаткова – 1(2.1-2.4), 2(т.1), 5

Завдання для СРС: Визначення характерних показників надійності для елементів різної конструкції та призначення.

Лекція3. Показники безвідмовності ремонтних об'єктів. Показники ремонтпридатності.

Показники безвідмовності: імовірність безвідмовної роботи, параметр потоку відмов, сумарна частота відмов системи. Показники



ремонтпридатності: імовірність відновлення, частота і інтенсивність відновлення, середній час відновлення, комплексні показники.

Література: основна – 1(2.3), 2(1.4), 3(р. 3.2, 3.3)

додаткова – 2(т.1), 5

Завдання для СРС: Види комплексних показників надійності та їх застосування.

Тема 1.3. Основні закони теорії надійності.

Лекція 4. Експоненціальний та нормальний закони надійності. Гамма-розподіл. Розподіл Вейбулла.

Експоненціальний закон розподілу наробітку до відмови, зрізаний нормальний. Гамма-розподіл, розподіл Вейбулла, суперпозиція розподілів. Зв'язок між показниками надійності для кожного з законів.

Література: основна – 1(2.4), 3(р.4)

додаткова – 1(4.1,5.1), 2(т.2)

Завдання для СРС: Области використання різних законів розподілу в розрахунках надійності.

Тема 1.4. Оцінювання надійності по даним про відмови.

Лекція 5. Випробування на надійність. Статистична оцінка відновлюваних систем

Види випробувань на надійність. Плани випробувань. Статистичне оцінювання показників надійності при визначальних випробуваннях. Статистична оцінка показників надійності відновлюваних систем при визначальних випробуваннях.

Література: основна – 3(р. 5.1, 5.2,5.3)

додаткова – 1(2.6, 2.7, 12.1-12.3), 2(т.6), 5, 7

Завдання для СРС: Методики випробувань, рекомендовані діючими ДСТУ.

Тема 1.5. Розрахунок надійності систем за характеристиками надійності їх елементів

Лекція 6. Основне сполучення. "Гарячий резерв". "Холодний " та "теплий" резерв.

Методики розрахунку надійності систем про основному, резервному сполученнях.

Література: основна – 2(7.1-7.3), 3(р. 6.1,6.3, 6.4)

додаткова – 1(3.1-3.3, 9.1-9.3), 4

Завдання для СРС: Приклади застосування різних видів резервування у схемах автоматизації.

Лекція 7. Розрахунок надійності систем за характеристиками надійності їх елементів. Надійність систем з різними часовими режимами роботи її складових.

Методики розрахунку надійності систем з урахуванням виду резервування.

Література: основна – 2(5.1, 5.3), 3(р. 6.2)

додаткова – 2(т.10), 4

Завдання для СРС: Пошук даних про показники надійності елементів систем керування.

Тема 1.6. Основні етапи розрахунку складних систем.

Лекція 7. Основні етапи розрахунку складних систем.

Розподіл системи на елементи; формулювання поняття відмови для елементів і системи. Логічна схема розрахунку надійності системи. Вибір методу розрахунку надійності. Синтез аналітичної моделі системи.

Література: основна – 1(5.1), 3(р. 8)

додаткова – 1(3.4), 2(т.5), 6

Завдання для СРС: Коригування схеми автоматизації з урахуванням результатів розрахунку надійності її елементів.

Тема 1.7. Методи підвищення надійності складних систем.

Лекція 8. Основні методи підвищення надійності системи.

Резервування. Зменшення інтенсивності відмов системи. Скорочення часу безперервної роботи. Скорочення середнього часу відновлення.

Література: основна – 1(9.1-9.4), 3(р. 9)

додаткова – 2(т.8, 10)

Завдання для СРС: Пошук літературних даних про найчастіше використовувані методи підвищення надійності у системах автоматизації.

Розділ 2. Діагностування.

Тема 2.1. Технічне діагностування систем.

Тема 2.2. Технічні засоби діагностування.

Лекція 9. Основні поняття технічного діагностування. Складові системи діагностування.

Зв'язок діагностування з надійністю. Визначення технічного діагностування. Визначення ступеня впливу дефектів, що виникають в системі, на її працездатність. Якісні та кількісні характеристики цього впливу. Пошук дефектів і достовірність діагностування. Параметри діагностування. Приклади систем діагностування.

Література: основна –

додаткова – 2(т.8), 5, 8

Завдання для СРС: Опис конкретної системи діагностування, її структури, призначення та методики діагностування.

#### IV.3. ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

Тема 1.1. Основні поняття теорії надійності.

Практичне заняття 1. Властивості надійності. Приклади видів резервування.

Тема 1.2. Показники надійності елементів і систем.

Практичне заняття 2. Обчислення імовірнісних значень і статистичних оцінок показників надійності.

Тема 1.3. Основні закони теорії надійності.

Практичне заняття 3. Визначення показників надійності за відомими законами розподілу наробітку до відмови.

Тема 1.4. Оцінювання надійності по даним про відмови.

Практичне заняття 4. Визначення закону розподілу за даними експериментальних випробувань.

Тема 1.5. Розрахунок надійності систем за характеристиками надійності її елементів.

Практичне заняття 5. Розрахунок надійності системи при основному сполученні елементів та при "гарячому" резервному сполученні.

Практичне заняття 6. Розрахунок надійності системи при "холодному" і "теплому" резервних сполучень.

Тема 1.7. Методи підвищення надійності складних систем.

Практичне заняття 8. Порівняльний аналіз методів підвищення надійності.

Тема 2.2. Технічне діагностування систем.

Практичне заняття 9. Принципи побудови систем діагностування.

#### IV.5. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ (КОМП'ЮТЕРНИЙ ПРАКТИКУМ)

Тема 1.2. Показники надійності елементів і систем.

Лабораторна робота 1. Визначення статистичних оцінок показників надійності не відновлюваних об'єктів за даними випробувань.

Тема 1.3. Основні закони теорії надійності.

Лабораторна робота 2. Закони розподілу наробітку до відмови.

Лабораторна робота 3. Суперпозиція розподілів.

Тема 1.4. Оцінювання надійності по даними про відмови.

Лабораторна робота 4. Визначення закону розподілу за даними випробувань.

Тема 1.5. Розрахунок надійності систем за характеристиками надійності її елементів.

Лабораторна робота 5. Розрахунок надійності систем за характеристиками надійності її елементів (постійне структурне резервування).

Лабораторна робота 6. Розрахунок надійності систем за характеристиками надійності її елементів (заміщувальне резервування).

Тема 1.6. Основні етапи розрахунку складних систем.

Лабораторна робота 7. Визначення характеристик надійності фрагмента схеми автоматизації.

Тема 1.7. Методи підвищення надійності складних систем.

Лабораторна робота 8. Визначення методу підвищення надійності для фрагмента схеми автоматизації.

Оцінка рівня знань, отриманих при вивченні даної дисципліни, містить згідно з положенням про рейтингову оцінку успішності (див. додаток 2) бали, отримані студентом за виконання лабораторних, практичних робіт, за самостійну роботу, оформлену у вигляді РГР, та МКР, що розділена на дві контрольні роботи.

При підготовці до практичних робіт та при виконанні РГР студент повинен працювати з літературою з надійності та з інформацією, пов'язаною з розробкою схем автоматизації, їх елементною базою, з літературою з теорії імовірностей.

На практичних заняттях студент має бути забезпечений обчислювальною технікою та необхідними довідковими таблицями (згідно з темою заняття), які надає викладач.

При виконанні лабораторної роботи студент має бути забезпечений комп'ютером із завантаженою на ньому програмою для виконання обчислень та побудови графіків.

## **4. Список рекомендованої літератури**

### **4.1. Основна література**

1. Половко А. М., Гуров С.В. Основы теории надежности. – СПб: БХВ-Петербург, 2006.
2. Дружинин Г. В. Надежность автоматизированных производственных систем. – М.: Энергия, 1977.

### **4.2. Додаткова література**

1. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. / Пер. с англ – М.: Мир, 1980.
2. Надежность и эффективность в технике: Справочник: В 10 т. М.: Машиностроение, 1986.
3. Теория надежности радиоэлектронных систем в примерах и задачах. Учеб. пособие для студентов радиотехнических специальностей вузов. / Под ред. Г. В. Дружинина. – М.: Энергия, 1976.

4. Аверіна Т.В., Казак В.М. Надійність елементів та систем автоматики. Практикум з дисципліни “Надійність та діагностування”. Електронне видання., 2009.

5. ДСТУ 2860 – 94. Надійність техніки. Терміни та визначення.

6. ДСТУ 2861 – 94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення.

7. ДСТУ 2864 – 94. Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності. Основні положення.

8. ДСТУ 2389 – 94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення.